

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-104049

(43)Date of publication of application : 22.05.1986

(51)Int.Cl. C22C 38/04
C21D 8/00

(21)Application number : 59-223898

(71)Applicant : DAIDO STEEL CO LTD

(22)Date of filing : 26.10.1984

(72)Inventor : TAKADA KATSUNORI
ISOGAWA KENJI

(54) STEEL FOR MACHINE STRUCTURAL USE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a high-strength steel for machine structural use having toughness and improved machinability, by subjecting a steel containing specific amounts of C, Si, and Mn to working and hardening under specific conditions so as to specify the area ratio between ferrite and martensite.

CONSTITUTION: The steel consisting of, by weight, 0.1W0.5% C, 0.5W3.0% Si, 0.5W2.0% Mn, each as principal component, and the balance Fe with impurities is worked at and above the temp. of austenite zone (\geq Ac3 point) in hot working, which is subjected to hardening from the two phase area of austenite and ferrite or after working in the two phase area so that the steel has a structure consisting of 10W75% ferrite, by area ratio, and the balance which is composed of either martensite or martensite and bainite.

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-104049

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和61年(1986)5月22日

C 22 C 38/04
C 21 D 8/00

7147-4K
7047-4K

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 機械構造用鋼

⑯ 特 願 昭59-223898

⑰ 出 願 昭59(1984)10月26日

⑱ 発 明 者 高 田 勝 典 名古屋市緑区作の山町236の2
⑲ 発 明 者 磯 川 憲 二 愛知県愛知郡日進町大字折戸字東山11の150
⑳ 出 願 人 大同特殊鋼株式会社 名古屋市南区星崎町字繰出66番地
㉑ 代 理 人 弁理士 小 塩 豊

明 細 書

1. 発明の名称

機械構造用鋼

2. 特許請求の範囲

(1) C: 0.1~0.5重量%, Si: 0.5~3.0重量%, Mn: 0.5~2.0重量%を基本成分とし、残部Feおよび不純物からなり、熱間加工時にオーステナイト域温度以上で加工した後、オーステナイトとフェライトの二相域から焼入れするか、あるいは前記二相域で加工した後焼入れし、フェライトが面積率で10~75%、残部がマルテンサイトまたはマルテンサイトとベイナイトの組織を有することを特徴とする被削性を改善した高強度機械構造用鋼。

(2) 残部Feが、Cr: 2重量%以下、Ni: 2重量%以下、Mo: 0.5重量%以下の1種または2種以上を含有する特許請求の範囲第(1)項記載の被削性を改善した高強度機械構造用鋼。

(3) 残部Feが、Al: 0.02~0.1重量%, N: 0.007~0.03重量%, V:

0.5重量%以下、Nb: 0.5重量%以下、Ta: 0.5重量%以下、Ti: 0.5重量%以下の1種または2種以上を含有する特許請求の範囲第(1)項または第(2)項のいずれかに記載の被削性を改善した高強度機械構造用鋼。

(4) 残部Feが、Pb: 0.02~0.1重量%, Bi: 0.02~0.07重量%, Ca: 0.0005~0.005重量%, Zr: 0.02~0.4重量%, Se: 0.01~0.3重量%, Te: 0.001~0.05重量%, S: 0.02~0.1重量%の1種または2種以上を含有する特許請求の範囲第(1)項、第(2)項または第(3)項のいずれかに記載の被削性を改善した機械構造用鋼。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、自動車、産業機械、農業機械等々の各種機械構造用部品、例えばコンロッド、クランクシャフト、自動車足まわり部品などに使用される機械構造用鋼に関するものである。

(従来技術)

従来、熱間加工によって機械構造用部品を製造するに際しては、素材を約1200℃以上の温度に加熱したのち、鍛造や圧延等の熱間加工を行って所定の形状に成形し、さらに切削等の機械加工を行って製造するようにしたり、部品強度が要求される場合には、上記の熱間加工後に焼入れ・焼もどし処理を施し、その後切削等の機械加工を行って製造したりするようにしていた。

しかしながら、近年における省資源および省エネルギーの高まりに伴って、鍛造や圧延等の熱間加工を行った後に熱処理を施すことは上記の要請に反することとなるため、熱間加工後の熱処理を省略できるようにすることが望まれ、このような要望を満たすべくいくつかの技術が開発された。そして、その代表的なものは、鍛造あるいは圧延等の熱間加工後に焼入れ・焼もどし処理を省略できるようにV、Nbなどの元素を添加させた非調質鋼である。他方、鍛造等の熱間加工後に鍛造残熱を利用して直接焼入れするいわゆる鍛造焼入れ法

も考え出されている。

しかしながら、従来より市販されている機械構造用鋼に上記の鍛造焼入れ法を適用した場合には、鍛造加熱時における結晶粒の粗大化や、鍛造後の冷却時における結晶粒の成長等によって、十分な強度と良好な靱性とをバランス良く具備させることが困難であるという欠点があった。そして、強度を上げようとした場合には被削性が低下するという問題点があった。

そこで、強度および靱性をバランス良く具備させるための対策として、鍛造温度を下げて二相域あるいはその直上で鍛造する考え方もあるが、従来の機械構造用鋼をそのまま用いると、二相域温度が低いために鋼の変形抵抗が増大し、金型の早期破損等の問題が生ずると共に、二相の温度領域がせまいために加熱および焼入れ温度のコントロールが著しく困難であり、実産業上において大きな問題となる欠点があった。さらに、二相域での焼入れや、二相域鍛造焼入れ材の特性については十分に知られていないというのが実情である。

(発明の目的)

この発明は、上述した従来事情に鑑みてなされたもので、二相域での加熱および二相域からの焼入れを容易にし、強度が大であるにもかかわらず高靱性が得られると共に、被削性を改善することが可能である機械構造用鋼を提供することを目的とするものである。

(発明の構成)

この発明による機械構造用鋼は、C: 0.1~0.5重量%、Si: 0.5~3.0重量%、Mn: 0.5~2.0重量%を基本成分とし、残部Feおよび不純物からなり、必要に応じて、強度および靱性をさらに向上させあるいは調整するために、Cr: 2重量%以下、Ni: 2重量%以下、Mo: 0.5重量%以下の1種または2種以上を含有し、さらに必要に応じて、組織の微細化による靱性の向上を実現するために、Al: 0.02~0.1重量%、N: 0.007~0.03重量%、V: 0.5重量%以下、Nb: 0.5重量%以下、Ta: 0.5重量%以下、

Ti: 0.5重量%以下の1種または2種以上を含有し、さらに必要に応じて、被削性のより一層の改善を得るために、Pb: 0.02~0.1重量%、Bi: 0.02~0.07重量%、Ca: 0.0005~0.005重量%、Se: 0.01~0.3重量%、Te: 0.001~0.05重量%、S: 0.02~0.1重量%の1種または2種以上を含有する成分組成からなり、鍛造や圧延等の熱間加工時に、オーステナイト温度域以上、すなわちAc₃点以上で加工したのち、オーステナイト(γ)とフェライト(α)の二相域から焼入れするか、あるいは前記二相域で加工した後焼入れし、フェライトが面積率で10~75%、残部がマルテンサイトまたはマルテンサイトとベイナイトの組織を有することを特徴とするものであり、強度が大であるにもかかわらず靱性に優れていると共に、被削性も改善されていることを特徴とするものである。

次に、この発明による機械構造用鋼の化学成分

範囲の限定理由について説明する。

C:

Cは機械構造用部品あるいは製品として必要な強度および硬さを確保するために添加する元素であるが、0.1重量%未満では上記強度および硬さの確保が困難であり、0.5重量%を超えると靱性が劣化するので、0.1~0.5重量%の範囲とした。

Si:

Siは製鋼時に脱酸剤として作用すると共に、鋼の強度を高めるのに有効な元素であるほか、とくに第1図に示すように鋼の二相域温度を上昇させかつ二相域温度範囲を拡張するのに有効な元素である。そして、このような効果を得るためには0.5重量%以上含有させることが必要であるが、多すぎるとかえって靱性を劣化するので、3.0重量%以下とすることが必要である。

Mn:

Mnは製鋼時に脱酸剤および脱硫剤として作用し、鋼の焼入れ性を向上して強度の改善をはかる

ような効果を得るためには、Alは0.02重量%以上、Nは0.007重量%以上とするのが良い。しかしAlが0.1重量%を超えると靱性が劣化し、Nが0.03重量%を超えると健全な鋼材が得られないので好ましくない。また、V、Nb、Ta、Tiはいずれも結晶粒の微細化および析出効果によって強度と靱性の向上をはかるのに有効な元素であり、このような効果を得るためには、Vは0.03重量%以上、Nbは0.01重量%以上、Taは0.01重量%以上、Tiは0.01重量%以上添加することがより望ましい。しかし、Vが0.5重量%を超え、Nbが0.5重量%を超え、Taが0.5重量%を超え、Tiが0.5重量%を超えると靱性が劣化するので好ましくない。

Pb, Bi, Ca, Zr, Te, S:

Pb, Bi, Ca, Zr, Te, Sはいずれも被削性のより一層の向上をはかるのに有効な元素であるので、これらの1種または2種以上を適宜添加するのも良い。この場合、このような効果を

のに有効な元素であるが、多すぎると被削性を悪するので、2.0重量%以下とする必要がある。

Cr, Ni, Mo:

Cr, Ni, Moはいずれも鋼の基地を強化して強度の向上をはかるのに有効な元素であるので、これらの1種または2種以上を適宜添加するのも良い。この場合、このような効果を得るためには、Crは0.5重量%以上、Niは0.3重量%以上、Moは0.05重量%以上添加するのがより好ましい。しかし、Crが2重量%を超え、Niが2重量%を超え、Moが0.5重量%を超えると靱性が劣化したりコストの上昇をもたらしたりするので好ましくない。

Al, N, V, Nb, Ta, Ti:

Al, N, V, Nb, Ta, Tiはいずれも鋼の強度を高めるのに有効な元素であるので、これらの1種または2種以上を必要に応じて添加するのもよい。この場合Al, Nは結晶粒度を制御して強度と靱性の向上をはかるのに有効であり、こ

得るためには、Pbは0.02重量%以上、Biは0.02重量%以上、Caは0.0005重量%以上、Zrは0.02重量%以上、Seは0.01重量%以上、Teは0.001重量%以上、Sは0.02重量%以上添加するのが良い。しかし、Pbが0.1重量%を超えると靱性が劣化し、Biが0.02重量%を超えると靱性が劣化し、Caは0.005重量%以上加えてもその効果が飽和し、Zrが0.4重量%を超えると靱性が劣化し、Seが0.3重量%を超えると靱性が劣化し、Teが0.05重量%を超えると靱性が劣化し、Sが0.1重量%を超えると加工性および靱性が劣化するので好ましくない。

そのほか、Cuは強度向上の効果のほか、耐食・耐蝕性の向上にも寄与する元素であるので必要に応じて0.5重量%以上含有させるのも良い。しかし1.5重量%を超えると熱間加工性が劣化するので好ましくない。また、不純物中のP, S, O量をコントロールして靱性を高めるようにしたり、As, Sn, Sb, Zn量を規制し

て加工性を向上させるようにしたりすることも必要に応じて望ましい。

この発明による機械構造用鋼は、上記の化学組成からなるものであり、熱間加工時に、オーステナイト域温度以上で加工した後、オーステナイトとフェライトの二相域から焼入れするか、あるいは前記二相域で加工した後焼入れし、フェライトが面積率で10～75%、残部がマルテンサイトまたはマルテンサイトとベイナイトの混合組織を有するものであるが、ここでフェライト量を10～75%としたのは、フェライト量が10%よりも少ないと被削性が悪くなり、工具寿命が短くなるためであり、反対にフェライト量が75%よりも多くなると強度が出なくなるためである。

また、残部がマルテンサイトまたはマルテンサイト+ベイナイトであるようにしたのは、強度と被削性が良好なものであるようにするためであって、硬さをコントロールする目的で必要に応じて500～800℃での焼もどしを行うこともよ

く、組織が焼もどしマルテンサイトを含む場合もこの発明に包含されるものである。

(実施例)

第1表に示す化学成分の鋼を溶製したのち圧延し、第1表に示すうちNo. 4, 5, 6の鋼について、S1量の変化による変態点への影響を調べた。この結果を第1図に示す。

第 1 表

No.	化 学 成 分 (重量%)							備考
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	そ の 他	
1	0.35	0.25	0.70	-	-	-		比較例
2	0.45	"	"	-	-	-		"
3	0.08	2.0	"	-	-	-		"
4	0.25	1.0	"	-	-	-		本発明例
5	"	2.0	"	-	-	-		"
6	"	3.0	"	-	-	-		"
7	0.35	1.5	"	-	-	-		"
8	0.25	"	"	1.0	-	-		"
9	"	"	"	-	1.0	-		"
10	"	"	"	-	-	0.2		"
11	"	"	"	-	1.0	0.15		"
12	"	"	"	-	-	-	Al: 0.04, N: 0.018	"
13	"	"	"	-	-	-	V: 0.15	"
14	"	"	"	-	-	-	Nb: 0.10	"
15	"	"	"	-	-	-	Ti: 0.10	"
16	"	"	"	-	-	-	S: 0.03, Pb: 0.10	"
							Ca: 0.0020	

第1図に示すように、Si量が多くなるにしたがって二相域温度が上昇すると共に、二相域温度範囲が拡大していることが明らかである。そして、このようなSiの効果を発揮させるために、この発明においてはSi添加量を0.5%以上とした。また、比較例のNo. 2 (Si: 0.25重量%)と本発明例のNo. 5 (Si: 2.0重量%)とについて温度による変形抵抗の変化を調べたところ、第2図に示す結果が得られた。第2図に示すように、二相域温度で鍛造や圧延等の加工を行う場合、本発明鋼 (No. 5)の方が変形能が低い領域で加工が可能であり、複雑形状の部品の加工が可能となったり、加工工具の寿命を増大させたりすることができるようになる。このように、Siの添加によって二相域温度域が拡大しその結果の変形抵抗をかなり小さくできると同時に、二相域温度からの焼入れおよび二相域温度での熱間加工後の焼入れを容易に行うことができるようになり、実作業上での困難性をなくすることができるようになった。

第 2 表

工具	SKH9, 直径5mm
穴深さ	20mm
切削油	なし
送り	0.1mm/rev

第4図に示すように、フェライト面積率が10%よりも少ないと工具寿命が短く、被削性が良くないことが明らかである。また、フェライト面積率が10~75%の範囲では、硬さが大であるにもかかわらず良好な被削性を有していることが明らかである。そして、フェライト面積率が約75%を超えるとHRC30~32に調整することができなかった。なお、切削破砕試験においても同様の結果を得ることができた。

次に、第1表に示す各供試材No. 1~16について、二相域で鍛造を行ったのち焼入れし、供試材No. 4~16に対してはフェライト量を40~

次に、第1表に示す供試材No. 3とNo. 5について、各々のAc₁~Ac₃+100℃の範囲で鍛造を行って直径40mm→20mmに加工し、その後直接水焼入れを行った。次いで、各供試材のフェライト量と強度との関係調べたところ、第3図に示す結果が得られた。

第3図に示すようにフェライト量が75%を超えると強度が急激に低下することが明らかである。そして、比較材No. 3のようにC量が0.1重量%よりも少ない場合には強度が出ないので実用上の問題が多い。

次に、供試材No. 1, 9, 16に対し、二相域からの焼入れ後に焼もどし温度を変えてHRC30~32の硬さとなるようにし、次いで第2表に示す条件で切削試験を行った。この結果を第4図に示す。

6.0%に調整した。次いで、各供試材に対して焼もどしを行って硬さをHRC30~32に調整し、試験片加工を行ってシャルピー衝撃試験片 (JIS 3号, 2mmUノッチ)を製作したのち室温にて衝撃試験を行った。この結果を第3表に示す。

第 3 表

No.	シャルピー値(kgf/mm ²)	備考
1	2.0	比較例
2	1.2	"
3	硬さHRC30~32です	"
4	14.2	本発明例
5	10.0	"
6	5.3	"
7	8.0	"
8	11.4	"
9	9.3	"
10	12.1	"
11	11.6	"
12	13.5	"
13	5.8	"
14	14.9	"
15	13.6	"
16	9.9	"

トまたはマルテンサイトとベイナイトの組織を有するものであるから、オーステナイトとフェライトの二相域での加熱および二相域からの焼入れや二相域での熱間加工後の焼入れを容易に行うことができるようになり、また、上記二相域での熱間加工時の変形抵抗を小さくできるため、工具寿命の増大や加工精度の向上をもたらすことが可能であり、硬さが大であるにもかかわらず高靱性が得られると共に、被削性を改善することが可能であるという非常に優れた効果がもたらされる。

4. 図面の簡単な説明

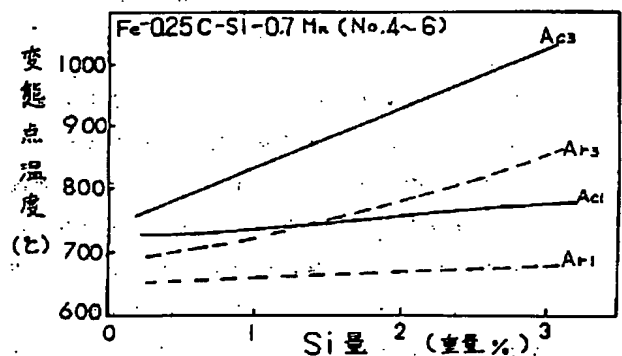
第1図はこの発明の実施例において、Si量の変化による変態点温度への影響を調べた結果の一例を示すグラフ、第2図は同じく温度による変形抵抗の変化を調べた結果の一例を示すグラフ、第3図は同じくフェライト量による強度への影響を調べた結果の一例を示すグラフ、第4図は同じくフェライト面積率と工具寿命との関係性を調べた結果の一例を示すグラフである。

第3表に示すように、本発明例であるNo. 4~16の場合にはいずれも実用上必要である衝撃値4~5 kgf/mm²をかなり超えており、硬さが大であるにもかかわらず靱性に優れていることが明らかである。

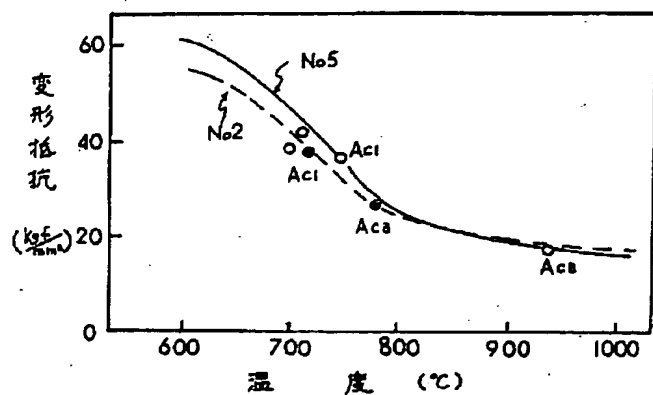
(発明の効果)

以上説明してきたように、この発明による機械構造用鋼は、C: 0.1~0.5重量%、Si: 0.5~3.0重量%、Mn: 0.5~2.0重量%を基本成分とし、残部Feおよび不純物からなり、必要に応じて、Cr: 2重量%以下、Ni: 2重量%以下、Mo: 0.5重量%以下の1種または2種以上を含み、さらに必要に応じてAl、N、V、Nb、Ta、Tiの1種または2種以上を含み、さらに必要に応じて被削性向上元素等を含む化学組成を有し、熱間加工時にオーステナイト域温度以上で加工した後、オーステナイトとフェライトの二相域から焼入れするか、あるいは前記二相域で加工した後焼入れし、フェライトが面積率で10~75%、残部がマルテンサイ

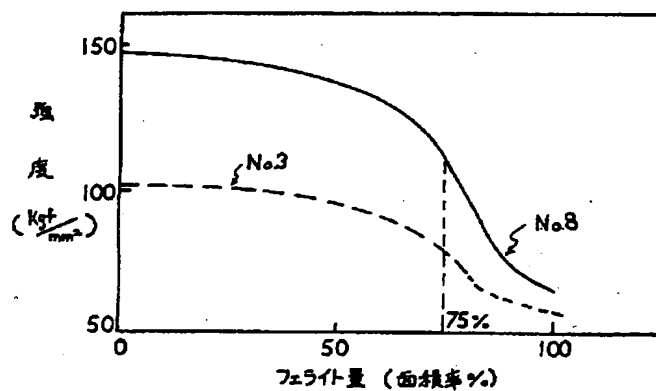
第1図



第2図



第3図



第4図

